

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG VI SINH VẬT VÀ THỰC VẬT XỬ LÝ ĐẤT Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG (Zn, Cu và Pb)

Lê Như Kiều

TÓM TẮT

Trong phạm vi bài báo này, tác giả trình bày một số kết quả ứng dụng vi sinh vật kết hợp với thực vật để xử lý ô nhiễm kim loại nặng (Cu, Zn và Pb) trong đất như: Tuyển chọn được 4 chủng vi sinh vật bao gồm: chủng vi khuẩn TB22 (*B.subtilis* - khả năng hấp thu đạt: 193,46 mg Pb; 86,54 mg Zn; 101,12 mg Cu); chủng nấm men HY4 (*Saccharomyces cerevisiae* - khả năng hấp thu đạt: 234,19 mg Pb, 105,21 mg Zn, 90,66 mg Cu); chủng nấm mốc TM39 (*Gibberela sp* - khả năng hấp thu đạt: 203,64 mg Pb, 90,89 mg Zn, 83,60 mg Cu) và chủng nấm rễ AMF4 (*Glomus australe* - khả năng hấp thu đạt: 657,48 mg Pb, 125,80 mg Zn, 97,19 mg Cu). Mô hình cho nhóm cây ưa nước nên sử dụng xen canh mương đứng (*L. Octovalvis spp. Octovalvis*) và ngổ dại (*Enydra fluctuans Lour*), sau 60 ngày trồng thì thu hoạch, sinh khối ước đạt 16.475,5 kg/ha, tích lũy được 607,94 g Cu, 7.535,06 g Pb và 2648,43 g Zn/lần thu hoạch. Mô hình cây ưa cạn nên trồng thuần hướng dương (*Helianthus annuus*), sau 60 ngày thu hoạch toàn bộ, năng suất ước đạt 8565,34 kg/ha, tích lũy được 185,95 g Cu, 4581,60 g Pb và 1621,42 g Zn/lần thu hoạch.

Từ khóa: Vi sinh vật, thực vật, ô nhiễm kim loại nặng.

1. MỞ ĐẦU

Vấn đề kim loại nặng ngày càng tăng trong đất nông nghiệp là do người nông dân sử dụng quá nhiều các loại thuốc bảo vệ thực vật, phân bón hóa học và do hoạt động của các làng nghề tái chế kim loại [1, 3]. Việc nghiên cứu tìm ra các giải pháp để giảm thiểu và chống ô nhiễm kim loại nặng trong đất đang là một vấn đề cấp thiết mang tính toàn cầu [10]. Một số loại vi sinh vật trong quá trình sinh trưởng và phát triển có khả năng tham gia vào quá trình loại bỏ kim loại nặng trong môi trường ô nhiễm bằng nhiều cơ chế khác nhau [2, 4]. Trong đất, thực vật có nhiều cách phản ứng khác nhau đối với sự có mặt của các kim loại nặng (KLN) [5], hầu hết chúng đều nhạy cảm với sự có mặt của các ion kim loại, thậm chí ở nồng độ rất thấp. Tuy nhiên, có một số loài thực vật không chỉ có khả năng sống được trong môi trường bị ô nhiễm KLN mà còn có khả năng hấp thụ và tích lũy các kim loại này trong các bộ phận khác nhau của chúng [6, 7, 8, 9]. Công nghệ xử lý môi trường bằng thực vật là công nghệ sử dụng thực vật làm cho các chất ô nhiễm môi trường mất tính độc, nó

còn được gọi là công nghệ xử lý xanh (Green remediation) [4]. Nó bao gồm các thực vật có khả năng rút chất độc trong đất, hấp thụ phần độc bay hơi, làm thay đổi trạng thái chất độc hoặc thực hiện quá trình lọc chất độc. Vấn đề kết hợp vi sinh vật và thực vật để xử lý kim loại nặng trong đất là rất cần thiết hiện nay và cũng rất phù hợp với các nghiên cứu trên thế giới.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đất nông nghiệp bị ô nhiễm; thực vật bản địa có khả năng tích lũy kim loại nặng; 14 chủng vi sinh vật có khả năng hấp thụ, chuyển hóa kim loại nặng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Xác định hàm lượng Zn, Cu, Pb tổng số: Theo TCVN 6496 ISO 11047:1995; xác định hàm lượng Zn, Cu, Pb di động bằng phương pháp chiết với axit Mehlich I, đo trên máy quang phổ hấp thụ nguyên tử. Đánh giá mức độ ô nhiễm Zn, Cu, Pb trong đất theo tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 7209:2002. Phân tích Zn, Cu, Pb trong cây bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử. Công phá mẫu bằng phương pháp tro hoá khô ở 550°C. Phân lập và tuyển chọn các chủng VSV có khả năng ký sinh vùng rễ và hấp thụ kim loại nặng. Thu mẫu: Mẫu đất vùng rễ và không phải vùng rễ được lấy theo phương pháp của Wollum (1982). Mẫu để phân lập AMF được lấy theo phương pháp của Hayman (1982), Rich và Barnard (1984). Phân lập: Vi khuẩn, nấm men trên các môi trường: TSA, SA và GYA. Nấm mốc trên các môi trường: MEA, GYA. Arbuscular mycorrhiza fungi (AMF): Sàng ướt, ly tâm qua thang nồng độ glycerin 50%. Kiểm tra khả năng chống chịu và hấp thụ kim loại: Kiểm tra nhanh khả năng chống chịu Zn, Cu, Pb theo phương pháp thạch đĩa của Munger (2002). Kiểm tra khả năng chống chịu Zn, Cu, Pb theo phương pháp cấy gạt trên đĩa theo Mergeay và cộng sự (1985). Kiểm tra khả năng hấp thụ Zn, Cu, Pb theo phương pháp dịch thể của Malik và Jaiswal (2000).

Phương pháp đánh giá khả năng hấp thụ kim loại nặng của hỗn hợp 4 chủng vi sinh vật kết hợp với thực vật bản địa trong điều kiện nhà lưới. Đối tượng: Chế phẩm chứa hỗn hợp 4 chủng vi sinh vật đã được tuyển chọn, 5 giống cây bản địa: Đơn buốt, Mương dứng, Dừa nước, Ngổ dại, Hương dương. Thí nghiệm được tiến hành trong chậu sắt tiêu chuẩn (D = 30 cm; d = 35 cm). Mỗi chậu chứa 5 kg đất khô bị nhiễm kim loại nặng. Thí nghiệm gồm 14 công thức với 5 lần nhắc lại: CT1: Đơn buốt; CT2: Đơn buốt + chế phẩm vi sinh vật; CT3: Dừa nước; CT4: Dừa nước + chế phẩm vi sinh vật;

CT5: Mương đứng; CT6: Mương đứng + chế phẩm vi sinh vật; CT7: Mương đứng + Dừa nước; CT8: Mương đứng + Dừa nước + chế phẩm vi sinh vật; CT9: Ngổ dại; CT10: Ngổ dại + chế phẩm vi sinh vật; CT11: Ngổ dại + Mương đứng; CT12: Ngổ dại + Mương đứng + chế phẩm vi sinh vật; CT13: Hướng dương; CT14: Hướng dương + chế phẩm vi sinh vật.

Phương pháp đánh giá khả năng hấp thu kim loại nặng của chế phẩm vi sinh vật kết hợp với thực vật bản địa trong điều kiện đồng ruộng. Đối tượng: Chế phẩm chứa hỗn hợp 4 chủng vi sinh vật đã được tuyển chọn, 5 giống cây bản địa: Đơn buốt, Mương đứng, Dừa nước, Ngổ dại, Hướng dương. Mỗi ô thí nghiệm 10 – 20 m². Thí nghiệm gồm 14 công thức với 4 lần nhắc lại: CT1R: Đơn buốt; CT2R: Đơn buốt + chế phẩm vi sinh vật; CT3R: Dừa nước; CT4R: Dừa nước + chế phẩm vi sinh vật; CT5R: Mương đứng; CT6R: Mương đứng + chế phẩm vi sinh vật; CT7R: Mương đứng + Dừa nước; CT8R: Mương đứng + Dừa nước + chế phẩm vi sinh vật; CT9R: Ngổ dại; CT10R: Ngổ dại + chế phẩm vi sinh vật; CT11R: Ngổ dại + Mương đứng; CT12R: Ngổ dại + Mương đứng + chế phẩm vi sinh vật; CT13R: Hướng dương; CT14R: Hướng dương + chế phẩm vi sinh vật.

Xây dựng mô hình sử dụng các chủng vi sinh vật tuyển chọn kết hợp với thực vật bản địa trên vùng đất bị ô nhiễm: Theo khuyến cáo của Dickinson M. N. (2002).

Mô hình 1: Cho cây trồng cạn: Loại thực vật xây dựng mô hình: Đơn buốt (*Bidens pilosa* L.) hoặc hướng dương (*Helianthus annuus*). Chế phẩm vi sinh vật. Mật độ trồng thực vật: 20 x 20 cm với đơn buốt, 30 x 30 cm với hướng dương. Lượng chế phẩm vi sinh vật sử dụng: 0,05 - 0,1 tấn/ha (mật độ tế bào vi sinh vật >10⁸cfu/g). Lượng phân bón: 100 kg N/ha/vụ. Thời gian xây dựng mô hình: 1 – 9/2010. Quy mô: 5.000 m². Địa điểm: xã Chi Đạo, Văn Lâm, Hưng Yên và xã Tân Long, Đông Hỷ, Thái Nguyên.

Mô hình 2: Cho cây trồng ưa nước: Loại thực vật xây dựng mô hình: Ngổ dại (*Enydra fluctuans* Lour), Mương đứng (*L. octovalvis* spp. *Octovalvis*). Chế phẩm vi sinh vật. Mật độ trồng thực vật: 10 x 10 cm với ngổ dại và 25 x 25 cm với mương đứng. Lượng chế phẩm vi sinh vật sử dụng: 0,05 - 0,1 tấn/ha (mật độ tế bào vi sinh vật >10⁸ cfu/g). Lượng phân bón: 120 kg N/ha/vụ. Thời gian xây dựng mô hình: 1 – 9/2010. Quy mô: 5.000 m². Địa điểm: xã Chi Đạo, huyện Văn Lâm, Hưng Yên.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá khả năng hấp thu Zn, Cu, Pb trong phòng thí nghiệm của các chủng vi sinh vật

Hiệu quả hấp thu của 14 chủng vi sinh vật đối với 3 loại kim loại nặng: Pb, Zn và Cu đều nhỏ hơn 50% trong điều kiện thí nghiệm đơn lẻ (không kết hợp với thực vật, không gắn kết vi sinh vật với đất hoặc các màng trao đổi). Hiệu quả hấp thu cao ở đồng và kẽm, tuy nhiên tổng lượng hấp thu chì thì lại là cao nhất.



Hình 1. Hình ảnh khuẩn lạc các chủng vi sinh vật phân lập

Kết quả mức hấp thu chì, đồng, kẽm của vi sinh vật: Với vi khuẩn: Cao nhất ở chủng TB22 (193,46 mg Pb, 86,54 mg Zn, 101,12 mg Cu). Nấm men: Cao nhất ở chủng HY4 (234,19 mg Pb, 105,21 mg Zn, 90,66 mg Cu). Nấm mốc: Cao nhất ở chủng TM39 (203,64 mg Pb, 90,89 mg Zn, 83,60 mg Cu). Nấm rễ AMF: Cao nhất ở chủng AMF4 (657,48 mg Pb, 125,80 mg Zn; 97,19 mg Cu).

Bảng 1. Khả năng hấp thu chì, kẽm, đồng trong sinh khối vi sinh vật

Stt	Ký hiệu chủng	Tổng sinh khối (mg chất khô/l)	Lượng chì tổng số tích lũy trong sinh khối (mg)	Lượng kẽm tổng số tích lũy trong sinh khối (mg)	Lượng đồng tổng số tích lũy trong sinh khối (mg)
1	TB8	4210	81,46	32,77	24,95
2	TB22	5870	193,46	86,54	101,12
3	HB5	5120	132,36	67,12	77,67
4	HY3	6190	183,28	73,41	56,18
5	HY4	8920	234,19	105,21	90,66
6	HY5	7550	142,55	56,90	87,23
7	HY6	8400	101,82	43,77	91,93
8	HY7	7110	122,19	38,59	45,84

9	TM30	11120	162,92	66,37	89,42
10	TM39	8960	203,64	90,89	83,60
11	AMF4	108	657,48	125,80	97,19
12	AMF7	94	412,74	67,38	107,21
13	AMF16	52	249,73	44,19	85,00
14	AMF22	99	590,47	100,09	91,22

Ghi chú: Với AMF sinh khối ở đây là glomalin.

3.2. Đánh giá khả năng hấp thu kim loại nặng và kích thích sinh trưởng thực vật của hỗn hợp 4 chủng vi sinh vật kết hợp với thực vật bản địa trong điều kiện nhà lưới

3.2.1. Ảnh hưởng của sự kết hợp 4 chủng vi sinh vật tuyển chọn (chế phẩm vi sinh vật) đến sinh trưởng của thực vật bản địa

Nhìn chung, khi bổ sung chế phẩm vi sinh vật thường làm tăng sinh trưởng thực vật với các mức độ khác nhau (từ 12,58% đến 43,72%) của 2 nhóm cây tham gia thử nghiệm sau 45 ngày trồng. Sai khác giữa công thức có bón và không bón chế phẩm VSV biểu hiện rõ nhất ở đơn bón (CT2 tăng 43,71% so với CT1), ngổ dại (CT10 tăng 35,88% so với CT09), mương đứng (CT6 tăng 24,77% so CT5).

Bảng 2. Sinh khối khô thu hoạch của các cây trồng thí nghiệm

Stt	Công thức	Sinh khối thu hoạch (g/chậu)
1	CT1: Đơn bón	07,64
2	CT2: Đơn bón + chế phẩm vi sinh vật	10,98
3	CT3: Dừa nước	04,96
4	CT4: Dừa nước + chế phẩm vi sinh vật	05,82
5	CT5: Mương đứng	15,22
6	CT6: Mương đứng + chế phẩm vi sinh vật	18,99
7	CT7: Mương đứng + Dừa nước	23,88
8	CT8: Mương đứng + Dừa nước + chế phẩm vi sinh vật	24,72
9	CT9: Ngổ dại	10,09
10	CT10: Ngổ dại + chế phẩm vi sinh vật	13,71
11	CT11: Ngổ dại + Mương đứng	31,39
12	CT12: Ngổ dại + Mương đứng + chế phẩm vi sinh vật	30,10
13	CT13: Hướng dương	24,09
14	CT14: Hướng dương + chế phẩm vi sinh vật	27,12
	<i>CV (%)</i>	<i>03,47</i>
	<i>LSD_{0,05}</i>	<i>01,36</i>

Khi trồng kết hợp 2 loại thực vật với nhau (dừa nước với mương đứng ở công thức CT7, CT8 và ngổ dại với mương đứng ở công thức CT11,

CT12) việc bón thêm chế phẩm không biểu hiện rõ khả năng kích thích sinh trưởng thực vật bản địa. Thể hiện sinh khối khô thu được ở công thức CT7, CT8 xấp xỉ như nhau (23,88 và 24,72 g/chậu), còn ở công thức CT11 và CT12 kết quả cũng tương tự (31,39 và 30,10 g/chậu).

3.2.2. Ảnh hưởng của kết hợp 4 chủng vi sinh vật tuyển chọn đến khả năng hấp thu kim loại nặng của thực vật bản địa

Hiệu quả kích thích mức tăng hàm lượng Cu trong sinh khối mạnh nhất khi bón chế phẩm cho cây hướng dương (113,65%), sau đó đến cây muống đung (38,73%), ngổ dại (27,39%), đơn buốt (22,05%). Với công thức trồng hỗn hợp 2 loài thực vật bản địa, có phát hiện thấy hiệu quả kích thích tăng hàm lượng đồng trong sinh khối nhưng mức tăng là khá thấp (10-11%). Nhưng cần phải nhấn mạnh rằng tổng lượng kim loại đồng tích lũy trong sinh khối đạt cao nhất ở hướng dương (0,86 mg Cu/chậu), ngổ dại (0,53 mg Cu/chậu), muống đung (0,51 mg Cu/chậu) khi bón chế phẩm.

Hiệu quả kích thích hấp thu Pb của chế phẩm khi kết hợp với thực vật dao động từ 16,25 đến 95,25% tùy từng loại thực vật bản địa thí nghiệm. Mức tăng cao nhất xảy ra với cây hướng dương (95,65%), kế đó là đơn buốt (50,57%), dừa nước (35,87%), muống đung (16,25%). Tổng lượng chì tích lũy trong sinh khối đạt cao nhất ở hướng dương và muống đung - ngổ dại khi bón chế phẩm (10,88 và 11,05 mg Pb/chậu).

Khi sử dụng chế phẩm vi sinh vật làm gia tăng hàm lượng kẽm trong sinh khối của đơn buốt, dừa nước, muống đung, ngổ dại, hướng dương. Mức tăng rõ rệt xảy ra với loại thực vật: hướng dương (73,02%), dừa nước (55,72%), muống đung (34,52%), đơn buốt (28,41%), ngổ dại (19,39%). Hiệu quả tăng nồng độ kẽm trong sinh khối ở công thức kết hợp muống đung - dừa nước là không có, còn công thức ngổ dại - muống đung không cao. Tổng lượng kẽm tích lũy cao nhất ở ngổ dại và hướng dương bón chế phẩm (3,93 và 3,58 mg Zn/chậu).

Bảng 3. Khả năng tích lũy kim loại nặng trong thực vật khi kết hợp với vi sinh vật

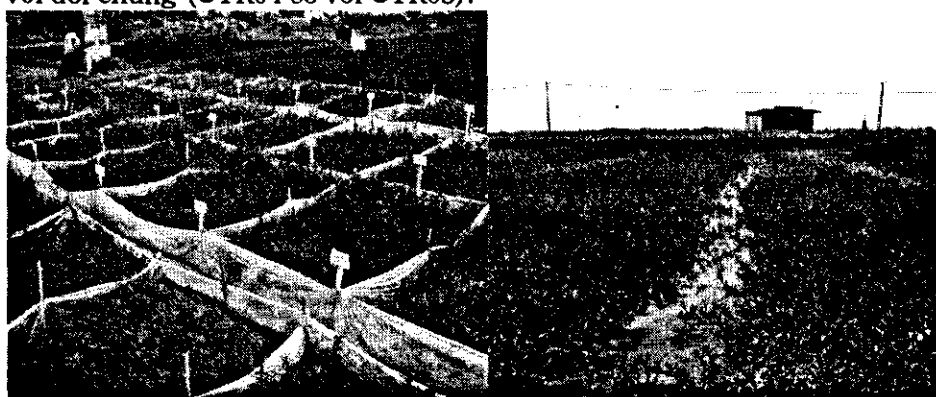
Stt	Công thức	Hàm lượng kim loại nặng trong sinh khối thực vật (mg/kg chất khô)			Tổng lượng kim loại nặng tích lũy trong cây (mg/chậu)		
		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
1	CT1	15,15	223,77	87,56	0,12	1,71	0,67
2	CT2	18,49	336,94	112,44	0,20	3,70	1,22
3	CT3	16,48	212,67	78,45	0,08	1,05	0,39
4	CT4	15,21	288,95	122,16	0,09	1,68	0,71
5	CT5	19,21	339,78	62,78	0,29	5,17	0,91

6	CT6	26,65	395	84,45	0,51	7,50	1,60
7	CT7	18,47	278,49	87,26	0,44	6,65	2,08
8	CT8	22,15	301	99,15	0,55	7,44	2,45
9	CT9	30,27	312,67	121,39	0,31	3,15	1,22
10	CT10	38,56	338,55	144,93	0,53	4,64	1,99
11	CT11	22,49	323,95	78,64	0,71	10,17	2,47
12	CT12	25,16	367,19	97,16	0,76	11,05	2,92
13	CT13	14,87	204,97	76,32	0,36	4,94	1,84
14	CT14	31,77	401,03	132,05	0,86	10,88	3,58
CV (%)		3,44	4,15	4,79	-	-	-
LSD _{0,05}		2,01	36,18	17,00	-	-	-

3.3. Đánh giá khả năng hấp thu kim loại nặng của hỗn hợp 4 chủng vi sinh vật kết hợp với thực vật bản địa ở điều kiện đồng ruộng

3.3.1. Ảnh hưởng của tổ hợp 4 chủng vi sinh vật tuyển chọn đến sinh trưởng của thực vật bản địa trong điều kiện đồng ruộng

Ngô dại có phản ứng dương tính nhất với mức tăng 27,59% sau đó đến đơn buốt (12,96%), hướng dương (11,11%), mương đứng (8,33%). Bốn chế phẩm vi sinh vật vẫn không gây hiệu quả tăng sinh khối cây dừa nước so với đối chứng (CTR04 so với CTR03).



Hình 2. Thí nghiệm và mô hình đánh giá khả năng sinh trưởng và mức độ tích lũy kim loại nặng trong sinh khối của các nhóm thực vật đã được lựa chọn

Với mô hình sử dụng cùng lúc 2 loài thực vật, chế phẩm vi sinh thử nghiệm tỏ ra không có hiệu quả đáng kể với dừa nước – mương đứng, tuy nhiên với ngô dại – mương đứng thì cũng có biểu hiện dù mức tăng sinh khối không cao (8,07% so với đối chứng không bón chế phẩm vi sinh).

Về tổng sinh khối thực vật thử nghiệm khi có bón chế phẩm vi sinh vật thì công thức ngổ đại – mương đứng cho mức lớn nhất, đạt 14877,45 kg/ha sau đó đến mương đứng (9986,5 kg/ha), hướng dương (8976,5 kg/ha), ngổ đại (7708,3 kg/ha), đơn buốt (5912,3 kg/ha) và thấp nhất là dứa nước (3491,67 kg/ha).

Bảng 4. Sinh khối khô khi thu hoạch của các cây trồng thí nghiệm

Stt	Công thức	Sinh khối tổng số khi thu hoạch (kg khô/ha)
1	CTR1: Đơn buốt	5233,8
2	CTR2: Đơn buốt + chế phẩm vi sinh vật	5912,3
3	CTR3: Dứa nước	3375,4
4	CTR4: Dứa nước + chế phẩm vi sinh vật	3491,7
5	CTR5: Mương đứng	9218,9
6	CTR6: Mương đứng + chế phẩm vi sinh vật	9986,5
7	CTR7: Mương đứng + Dứa nước	11277
8	CTR8: Mương đứng + Dứa nước + chế phẩm vi sinh vật	11631
9	CTR9: Ngổ đại	6041,7
10	CTR10: Ngổ đại + chế phẩm vi sinh vật	7708,3
11	CTR11: Ngổ đại + Mương đứng	13766,89
12	CTR12: Ngổ đại + Mương đứng + chế phẩm vi sinh vật	14877,45
13	CTR13: Hướng dương	8079,1
14	CTR14: Hướng dương + chế phẩm vi sinh vật	8976,5
CV (%)		9,23
LSD _{0,05}		178,89

3.3.2. Ảnh hưởng của tập hợp 4 chủng vi sinh vật tuyển chọn (chế phẩm vi sinh vật) đến khả năng hấp thu kim loại nặng của thực vật bản địa trong điều kiện thí nghiệm đồng ruộng

Với giá trị LSD_{0,05} tính được (1,21 mg/kg chất khô) vẫn không ghi nhận được hiệu quả kích thích sinh trưởng của cây dứa nước khi sử dụng hỗn hợp 4 chủng vi sinh vật. Với đơn buốt dù có biểu hiện khả năng kích thích sinh trưởng nhưng chưa rõ rệt. Hiệu quả kích thích chỉ biểu hiện rõ với cây ngổ đại (16,75%), hướng dương (12,30%), mương đứng (11,24%). Khi bón thêm hỗn hợp chủng vi sinh vật cũng làm tăng hàm lượng Cu trong sinh khối của mô hình dứa nước – mương đứng. Mức tăng tổng lượng Cu tích lũy trong sinh khối lớn nhất ở ngổ đại (49%), hướng dương và đơn buốt đều đạt 25%, mương đứng đạt 21%. Nếu tính lượng đồng tích lũy trong sinh

khối thì mô hình trồng ngô đại - mương đứng bón thêm chế phẩm vi sinh vật cho khả năng tích lũy cao nhất: 437,10 g/ha/lần thu hoạch.

Hiệu quả tăng kích thích lượng Pb được hấp thu trong sinh khối lớn nhất với cây hướng dương (69,51%), kế đó là dứa nước 35,87%), đơn buốt (25,36%). Xét về tổng lượng Pb tích lũy trong sinh khối thì với nhóm cây ưa nước việc sử dụng mô hình ngô đại - mương đứng và bón thêm vi sinh vật tỏ ra hiệu quả cao hơn (tích lũy đạt 6629,39 g/ha/lần thu hoạch) còn với nhóm cây ưa cạn sử dụng hướng dương sẽ cho tổng lượng chì tích lũy là 2715,92 kg/ha/lần thu hoạch hoặc đơn buốt là 1396,19 g/ha/lần thu hoạch.

Mức gia tăng hàm lượng Zn trong sinh khối cây dứa nước là cao nhất (55,72%), sau đó đến hướng dương (38,71%), đơn buốt (20,72%), mương đứng (20,49%) và thấp nhất là ngô đại (17,11%). Khi xem xét tổng lượng tích lũy Zn trong sinh khối thì sử dụng ngô đại - mương đứng và bón thêm chế phẩm vi sinh vật cho hiệu quả tích lũy Zn lớn nhất (2206,33 g/ha/lần thu hoạch).

Bảng 5. Khả năng tích lũy kim loại nặng trong thực vật khi kết hợp với vi sinh vật

Stt	Công thức	Hàm lượng kim loại nặng trong sinh khối thực vật (mg/kg chất khô)			Tổng lượng kim loại nặng tích lũy trong cây (g/ha)		
		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
1	CT1	12,44	188,37	67,14	65,11	985,89	351,40
2	CT2	13,78	236,15	81,05	81,47	1396,19	479,19
3	CT3	11,49	212,67	78,45	38,78	717,84	264,80
4	CT4	10,97	288,95	122,16	38,30	1008,92	426,54
5	CT5	21,88	265,79	44,9	201,71	2450,29	413,93
6	CT6	24,34	279,53	54,1	243,07	2791,51	540,27
7	CT7	23,19	331,45	97,03	261,52	3737,79	1094,22
8	CT8	26,5	328,18	113,18	308,21	3816,96	1316,36
9	CT9	34,27	336,49	131,4	207,05	2032,98	793,88
10	CT10	40,01	362,67	153,89	308,41	2795,58	1186,23
11	CT11	29,45	398,67	112,49	405,43	5488,45	1548,64
12	CT12	29,38	445,6	148,3	437,10	6629,39	2206,33
13	CT13	16,34	178,49	57,2	132,01	1442,04	462,13
14	CT14	18,35	302,56	79,34	164,72	2715,92	712,19
	CV (%)	6,57	9,00	7,39	-	-	-
	LSD _{0,05}	1,21	26,77	22,19	-	-	-

3.4. Xây dựng mô hình sử dụng kết hợp thực vật và vi sinh vật để xử lý đất nông nghiệp bị ô nhiễm kim loại nặng

3.4.1. Mô hình vi sinh vật và cây ưa nước:

Sau khi cây đạt 60 - 70 ngày tuổi (giai đoạn cho sinh khối lớn nhất), cây trồng trong mô hình sinh trưởng, phát triển tốt. Mương đứng (*L. octovalvis* spp. *Octovalvis*) đạt chiều cao khoảng 1,25 - 1,45 m, phát triển vượt lên trên so với ngổ dại, cây phân cành nhiều, đạt 5 - 6 cành/ cây, lá sáng màu, không có biểu hiện ngộ độc kim loại nặng trên bề mặt lá và thân, thân cứng, không bị đổ ngã; ngổ dại (*Elydra fluctuans* Lour) giai đoạn này phủ kín hoàn toàn mặt đất ruộng, lá xanh, thân bóng, mọng nước, không có biểu hiện ngộ độc kim loại nặng trên bề mặt lá cũng như thân. Trồng xen ngổ dại với mương đứng cây sinh trưởng tốt hơn trồng thuần loài ở cả mô hình thực nghiệm lẫn ngoài mô hình. Việc xử lý chế phẩm vi sinh vật đã làm tăng sinh khối thực vật khi thu hoạch ở cả trồng xen lẫn trồng thuần.

Về tích lũy kim loại nặng trong sinh khối, các thực vật sau 60 ngày trồng trong mô hình đều có lượng tích lũy kim loại nặng trong sinh khối cao hơn so với các thực vật ngoài mô hình. Biểu hiện này rõ nét với 2 nguyên tố là Cu và Zn (nhất là kẽm: dao động 13,55 - 24,02%), với chỉ số khuynh hướng nhiều hơn (7 - 9%). Tuy nhiên nếu xét về hàm lượng tích lũy thì lại theo thứ tự: Pb > Zn > Cu. Có thể do ngay bản thân trong đất đã có lượng Pb cao.

Bảng 6. Sinh khối khô của cây ưa nước trong và ngoài mô hình

Công thức	Sinh khối khô thực vật (kg/ha)	
	Sau 60 ngày	Sau 90 ngày
Trồng thuần ngổ dại ngoài mô hình	6229,32	2867,79
Trồng thuần ngổ dại trong mô hình	7953,95	3460,35
Trồng thuần mương đứng ngoài mô hình	9074,84	2707,47
Trồng thuần mương đứng trong mô hình	10978,1	3318,55
Trồng xen ngổ dại - mương đứng ngoài mô hình	13867,5	4419,36
Trồng xen ngổ dại - mương đứng trong mô hình	16475,5	5297,37
<i>CV</i> (%)	8,89	7,97
<i>LSD</i> _{0,05}	307,79	168,15

Bảng 7. Khả năng tích lũy kim loại nặng của nhóm thực vật ưa nước trong mô hình sau 60 ngày

Stt	Công thức	Hàm lượng kim loại nặng trong sinh khối thực vật (mg/kg chất khô)			Tổng lượng kim loại nặng tích lũy trong cây (g/ha)		
		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
1	Ngô đại ngoài mô hình	38,21	438,77	173,98	238,02	2733,24	1083,78
2	Ngô đại trong mô hình	43,75	478,95	197,57	347,99	3809,54	1571,46
3	Mương đứng ngoài mô hình	23,49	359,68	68,79	213,17	3264,04	624,26
4	Mương đứng trong mô hình	27,16	384,16	85,32	298,16	4217,34	936,65
5	Xen ngô đại - mương đứng ngoài mô hình	32,12	421,69	136,89	445,42	5847,79	1898,32
6	Xen ngô đại - mương đứng trong mô hình	36,9	457,35	160,75	607,94	7535,06	2648,43
<i>CV (%)</i>		<i>6,12</i>	<i>8,97</i>	<i>7,11</i>			
<i>LSD_{0,05}</i>		<i>1,20</i>	<i>24,38</i>	<i>20,69</i>			

3.4.2. Mô hình vi sinh vật và cây ưa cạn:

Hai loài thực vật sử dụng trong mô hình đều sinh trưởng, phát triển tốt. Sinh trưởng của cây trong mô hình tốt hơn các cây ngoài mô hình. Sinh khối hướng dương trong mô hình đạt 8565,34 kg/ha, cao hơn 19,90% so với hướng dương trồng ngoài mô hình. Sinh khối đơn buốt đạt 6235,48 kg/ha, cao hơn 17,16% so với đơn buốt trồng ngoài mô hình.

Bảng 8. Sinh khối khô của cây ưa cạn

Công thức	Sinh khối khô thực vật sau 60 ngày (kg/ha)
Hướng dương ngoài mô hình	7143,59
Hướng dương trong mô hình	8565,34
Đơn buốt ngoài mô hình	5322,16
Đơn buốt trong mô hình	6235,48
<i>CV (%)</i>	<i>8,84</i>
<i>LSD_{0,05}</i>	<i>301,57</i>

Về khả năng tích lũy kim loại nặng trong sinh khối, kết quả phân tích cho thấy thực vật trồng trong mô hình có mức độ tích lũy Cu, Pb, Zn trong sinh khối cao hơn so với các thực vật trồng ngoài mô hình. Mức độ tích lũy cao hơn này dao động 8,71 – 14,92% với nguyên tố Cu; 23,75 – 45,01% với nguyên tố Pb và 20,21 – 32,59 đối với nguyên tố Zn tùy thuộc vào cây đó là mương đứng hay hướng dương.

Bảng 9. Khả năng tích lũy kim loại nặng của nhóm thực vật ưa cạn trong mô hình sau 60 ngày trồng

Stt	Công thức	Hàm lượng kim loại nặng trong sinh khối thực vật (mg/kg chất khô)			Tổng lượng kim loại nặng tích lũy trong cây (g/ha)		
		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
1	Hướng dương ngoài mô hình	18,89	368,66	142,77	134,94	2633,56	1019,89
2	Hướng dương trong mô hình	21,71	534,9	189,3	185,95	4581,60	1621,42
3	Đơn buốt ngoài mô hình	12,74	257,37	134,74	67,80	1369,76	717,11
4	Đơn buốt trong mô hình	13,85	318,49	161,97	86,36	1985,94	1009,96
CV (%)		7,99	9,16	8,53	-	-	-
LSD _{0,05}		1,94	20,68	18,31	-	-	-

Kết quả phân tích đất sau khi xây dựng mô hình ở cả 2 điểm cho thấy, các tính chất cơ bản về độ phì nhiêu đất nhìn chung không thay đổi so với trước khi xây dựng mô hình, nhưng hàm lượng kim loại nặng tổng số trong đất đã bắt đầu giảm (điểm Làng Hích, Đồng Hỷ, Thái Nguyên: Cu_{ts} = 151,16 mg/kg đất khô; Pb_{ts} = 2948,36 mg/kg đất khô; Zn_{ts} = 548,11 mg/kg đất khô; điểm Đông Mai, Chi Đạo, Văn Lâm, Hưng Yên: Cu_{ts} = 206,41 mg/kg đất khô; Pb_{ts} = 3476,25 mg/kg đất khô; Zn_{ts} = 807,00 mg/kg đất khô), điều đó chứng tỏ việc ứng dụng kết hợp thực vật – vi sinh vật trong xử lý đất nông nghiệp bị ô nhiễm kim loại nặng có hiệu quả trong thực tiễn.

4. KẾT LUẬN

Tuyển chọn được 4 chủng vi sinh vật bao gồm: chủng vi khuẩn TB22 (*B.subtilis* - khả năng hấp thu đạt: 193,46 mg Pb, 86,54 mg Zn, 101,12 mg Cu); chủng nấm men HY4 (*Saccharomyces cerevisiae* - khả năng hấp thu đạt: 234,19 mg Pb, 105,21 mg Zn, 90,66 mg Cu); chủng nấm mốc TM39 (*Gibberela sp*- khả năng hấp thu đạt: 203,64 mg Pb, 90,89 mg Zn, 83,60 mg

Cu) và chủng nấm rễ AMF4 (*Glomus australe* - khả năng hấp thu đạt: 657,48 mg Pb, 125,80 mg Zn, 97,19 mg Cu). Mô hình cho nhóm cây ưa nước nên sử dụng xen canh mương đứng (*L. Octovalvis spp. Octovalvis*) và ngô dại (*Elydra fluctuans* Lour), sau 60 ngày trồng thì thu hoạch, sinh khối ước đạt 16.475,5 kg/ha, tích lũy được 607,94 g Cu, 7.535,06 g Pb và 2648,43 g Zn/lần thu hoạch. Mô hình cây ưa cạn nên trồng thuần hướng dương (*Helianthus annuus*), sau 60 ngày thu hoạch toàn bộ, năng suất sinh khối ước đạt 8565,34 kg/ha, tích lũy được 185,95 g Cu; 4581,60 g Pb và 1621,42 g Zn/lần thu hoạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Khánh Đắc (2007). *Thực trạng môi trường làng nghề tỉnh Hưng Yên - Vấn đề và giải pháp*. Sở Tài nguyên và Môi trường Hưng Yên.
2. Võ Văn Minh, Võ Châu Tuấn (2007). *Công nghệ xử lý đất bằng thực vật- hướng tiếp cận và triển vọng*. Trường Đại học Sư phạm, Trường Đại học Đà Nẵng.
3. Nguyễn Ngọc Quỳnh, Lê Huy Bá và cộng tác viên (2002). *Phân tích khảo sát dầu và một số KLN trên vùng đất trồng lúa chịu ảnh hưởng nước thải công nghiệp và đô thị thành phố Hồ Chí Minh*. T/c Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, (4), tr 311 – 312.
4. Trần Công Tấu, Đặng Thị An, Đào Thị Khánh Hương (2005). *Một số kết quả ban đầu trong việc tìm biện pháp xử lý đất bị ô nhiễm bằng phương pháp thực vật*. T/c Khoa học Đất, số 23: 156-158.
5. Nguyễn Xuân Thành (1997). *Đánh giá hiện trạng môi trường đất, nước phục vụ cho quy hoạch và phát triển vùng rau sạch ở ngoại ô thành phố Hà Nội*. Luận án Thạc sỹ Khoa học Môi trường, Hà Nội.
6. Nguyễn Công Vinh, Ngô Đức Minh (2007). *Ảnh hưởng ô nhiễm từ các làng nghề đến sự tích lũy Cd và Zn trong đất lúa và lúa tại một số vùng ở đồng bằng sông Hồng*. Tạp chí Khoa học Đất, (27), tr 103-109.
7. Albinas Lugaukasetall. *Effect of copper, zinc and lead acetates on microorganisms in soil*. Ekologija, No 1, 2005. pp. 61 - 69.
8. Benson (2001). *Microbiological applications: Laboratory manual in General Microbiology*. Eighth Edition, The Mc Graw – Hill Comparrier.
9. Salomoms and P. Mader (1995). *Heavy Metals, Germany*.
10. Sheila, M. Ross (1994). *Toxic Metals in soil plant systems*. Printed in great Britain.

RESEARCH ON USING MICROORGANISMS AND PLANTS TO TREATMENT SOIL HAVE CONTAMINATED BY HEAVY METAL (Zn, Cu and Pb)

Le Nhu Kieu

Summary

Within the scope of this article, the authors present some results of the application of microorganisms associated with plants for remediation of heavy metals (Cu, Zn and Pb) in the soil, such as the 4 microorganisms strains have selected including strain TB22 (*B. subtilis* - absorption: 193.46 mg Pb, Zn 86.54 mg, 101.12 mg Cu); HY4 yeast strain (*Saccharomyces cerevisiae* - absorption: 234.19 mg Pb, 105.21 mg Zn, 90.66 mg Cu); mold strain TM39 (*Gibberella sp* - absorption: 203.64 mg Pb, 90.89 mg Zn, 83.60 mg Cu) and mycorrhizal species AMF4 (*Glomus australe* - absorption: 657.48 mg Pb, 125.80 mg Zn, 97.19 mg Cu). The model of hydrophilic tree groups should use intercropping Muongdung (*Octovalvis L. spp. Octovalvis*) and Ngodai (*Enydra fluctuans Lour*), after 60 days of planting, the biomass after harvesting is estimated at 16475.5 kg/ha, accumulated 607.94 g Cu, 2648.43 g Pb and 7535.06 g Zn/harvest time. The model of non-hydrophilic trees should be planted as Huongduong (*Helianthus annuus*), after 60 days the entire harvest, yield was estimated at 8565.34 kg/ha, accumulated 185.95 g Cu, 1621.42 g Pb and 4581.60 g Zn / harvest time.

Keywords: *Microorganisms, plants, heavy metal pollution.*